

C14 型 Laves 化合物 NdMn_2 の多結晶作製と物性評価Polycrystal growth and physical property evaluation of C14-type Laves compound NdMn_2 ○三河凌一朗¹, 石井博隆², 武井優樹², 榎本蒼², 加藤勲也², 渡辺忠孝³*R.Mikawa¹, H.Ishii², Y.Takei², S.Enomoto², H.Kato², T.Watanabe³

Abstract: C14-type Laves compounds AB_2 contain Kagome lattice of B -sites, which is expected to give rise to a variety of interesting quantum phenomena due to geometrical frustration. We synthesized polycrystals of a C14-type Laves compound NdMn_2 and investigated the structural, magnetic and electric properties.

1. はじめに

近年、磁性物理学の分野では幾何学的フラストレート磁性体の研究が盛んに行われている。幾何学的フラストレーションとは、磁性体において磁性イオン間に強い磁気相互作用が働くにもかかわらず、結晶構造の幾何学的制約によって磁気相転移が出来ない状況を指す。このような幾何学的フラストレート磁性体では、非常に強いスピン揺らぎが生じるので、新奇かつ多彩な量子現象と基底状態が創出する。

Laves 化合物は AB_2 の組成からなる金属間化合物であり、 A サイトと B サイトを占める原子の半径比が 1.225 : 1 に近い場合に形成される。Laves 化合物の結晶構造は、C14 型 (MgZn_2 型)、C15 型 (MgCu_2 型)、C36 型 (MgNi_2 型) の 3 種類に分類することができ、それぞれが六方晶、立方晶、二重六方晶の結晶構造を持っている。その中で、 B サイトがカゴメ格子を基調とする結晶構造を持つ C14 型 Laves 化合物は、幾何学的フラストレーションを強く反映した特異な状態が発現することが期待される。

C14 型 Laves 化合物 NdMn_2 は、Figure 1 に示すような六方晶(空間群 $P63/mmc$)の化合物であり、 Mn がカゴメ格子の積層構造を形成している。この物質については、 $T_N \sim 104 \text{ K}$ で構造相転移を伴った反強磁性転移を示すとの報告があるが [1], 詳しい物性はまだ研究されていない。そこで我々は NdMn_2 について、遍歴フラストレート磁性とそれに由来する新奇物性の探索を行っている。今回は NdMn_2 の多結晶試料を作製し、物性評価を行ったので報告する。

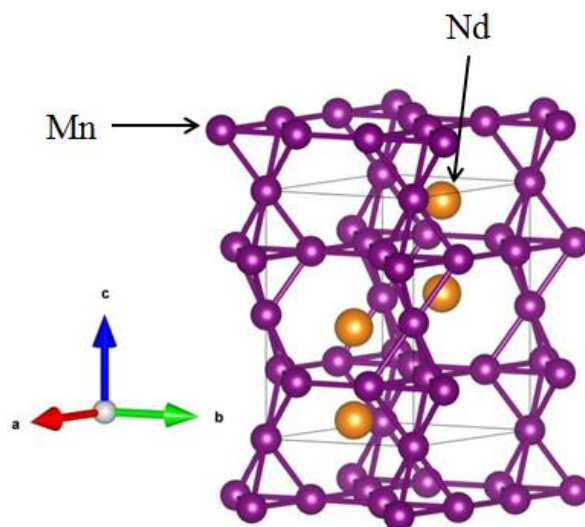


Figure 1. Crystal structure of C14-type Laves compound NdMn_2

2. 実験方法

NdMn_2 の多結晶試料はアルゴン雰囲気中でのアーク溶融法により作製した。原材料には Nd インゴット(99.9%), Mn パウダー(99.99%)を使用した。試料作製の手順として、まず化学量論比に従い Nd インゴットの質量を基準として Mn パウダーを秤量し、4t で 40 分間の圧粉成形を行なった。次に、この Mn の圧粉体と Nd インゴットをアーク溶融して凝固させた。

作製した多結晶試料は、粉末 X 線回折(XRD)測定で結晶構造評価を行い、電気抵抗率及び磁化率の温度依存性を測定し物性評価を行った。

3. 実験結果

3-1. 粉末 X 線回折(XRD)測定

Figure 2 に作製した NdMn₂ 多結晶の as-grown 試料における粉末 X 線回折(XRD)測定の結果を示す. 主相として C14 型 Laves 相が得られたが, 不純物相と Nd 単体のピークが見られた.

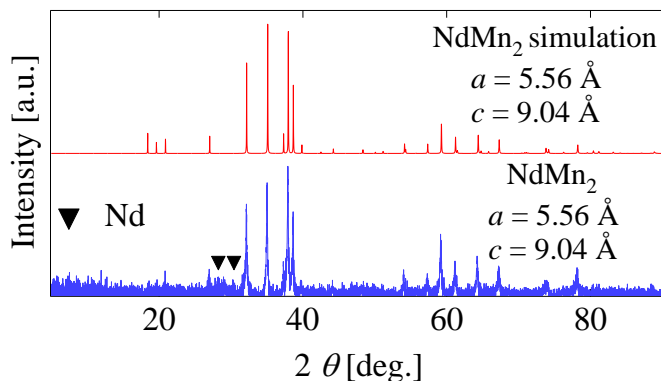


Figure 2. Powder XRD patterns of polycrystalline NdMn₂

3-2. 磁化率測定

Figure 3 に作製した NdMn₂ 多結晶の as-grown 試料の $H = 100$ Oe での磁化率の温度依存性を示す. ゼロ磁場冷却 (Zero-Field Cooling : ZFC) と磁場中冷却(Field Cooling : FC) とともに ~ 104 K で相転移と思われる異常が見られ, また ~ 104 K 以下において ZFC と FC に履歴が生じた.

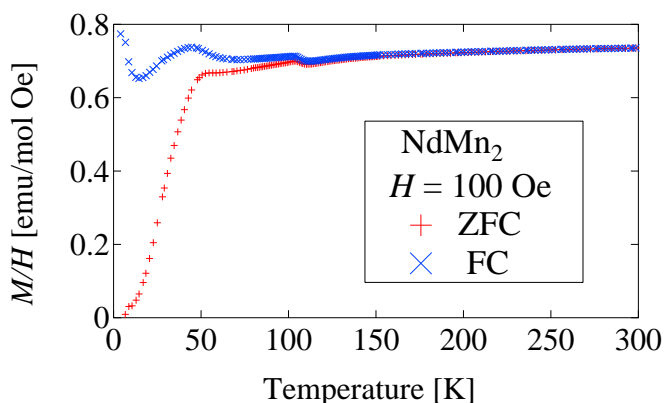


Figure 3. Temperature dependence of magnetic susceptibility in polycrystalline NdMn₂

3-3. 電気抵抗率測定

Figure 4 に作製した NdMn₂ 多結晶の as-grown 試料における電気抵抗率の温度依存性を示す. 金属的振る舞いを示しており, 昇温時と降温時ともに ~ 104 K で相転移と思われる異常が見られた.

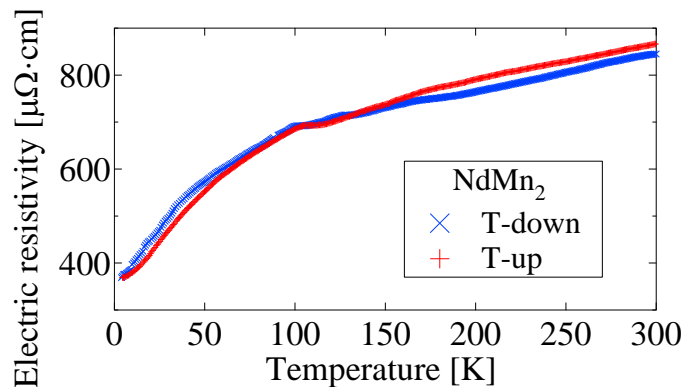


Figure 4. Temperature dependence of electrical resistivity in polycrystalline NdMn₂

4. まとめ

C14 型 Laves 化合物 NdMn₂ の多結晶試料を作製した. 磁化率の温度依存性を測定したところ, ~ 104 K で相転移と思われる異常が見られ, ~ 104 K 以下において ZFC と FC に履歴が見られた. また, 電気抵抗率の温度依存性は金属的振る舞いを示し, 昇温時と降温時ともに ~ 104 K で相転移と思われる異常が見られた. 当日の発表では, より純良な NdMn₂ 多結晶試料についての実験結果を報告する予定である.

5. 参考文献

[1] N. H. Kim-Ngan *et al.*, Physica B **160** 388 (1990).